

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

01.11.2004

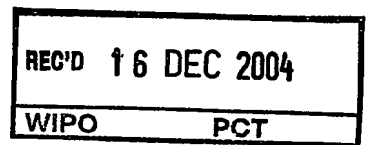
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 1 月 7 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 3 7 8 4 4 9
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 7 8 4 4 9]

出 願 人
Applicant(s): セイコーエプソン株式会社

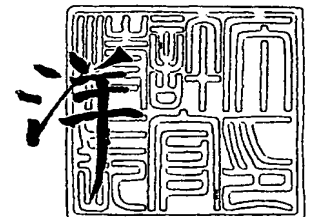


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 2 月 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 EPS0870
【提出日】 平成15年11月 7日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G04B 1/00
C22C 14/00

【発明者】
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
【氏名】 原 辰男

【発明者】
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
【氏名】 宮下 一真

【特許出願人】
【識別番号】 000002369
【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】
【識別番号】 100079083
【弁理士】
【氏名又は名称】 木下 實三
【電話番号】 03(3393)7800

【選任した代理人】
【識別番号】 100094075
【弁理士】
【氏名又は名称】 中山 寛二
【電話番号】 03(3393)7800

【選任した代理人】
【識別番号】 100106390
【弁理士】
【氏名又は名称】 石崎 剛
【電話番号】 03(3393)7800

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 021924
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

バナジウム族 (V a 族) 元素の一種または二種以上を含有し、残部が実質的にチタン (T i) からなり、
平均ヤング率が 100 G P a 以下で、
引張強度が 1000 M P a 以上であるチタン合金から構成されていることを特徴とする時計用ばね。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の時計用ばねにおいて、
基板や地板等に対して、初期たわみを持たせて組み込まれていることを特徴とする時計用ばね。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の時計用ばねにおいて、
直径 0.05 mm 以上の円形断面、または厚さ 0.01 mm 以上×幅 0.05 mm 以上の矩形断面を有していることを特徴とする時計用ばね。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の時計用ばねにおいて、
ワイヤー状の前記チタン合金を線引き加工することにより、矩形断面が形成されていることを特徴とする時計用ばね。

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 の何れかに記載の時計用ばねにおいて、
非磁性体からなることを特徴とする時計用ばね。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 の何れかに記載の時計用ばねから構成されていることを特徴とするぜんまい。

【請求項 7】

請求項 6 記載のぜんまいにおいて、
自由展開形状は S 字状をなし、この自由展開形状の湾曲部分が変化する変曲点は、巻き取り側の端部となる内端と、この内端に対して他の端部となる外端との中間点よりも内端側に形成されていることを特徴とするぜんまい。

【請求項 8】

請求項 6 または請求項 7 に記載のぜんまいにおいて、
150℃以上の温度により熱処理されてクセ付けが施されていることを特徴とするぜんまい。

【請求項 9】

請求項 1 ないし請求項 5 の何れかに記載の時計用ばねから構成されていることを特徴とするひげぜんまい。

【請求項 10】

請求項 6 ないし請求項 8 の何れかに記載のぜんまい、及び／または請求項 9 に記載のひげぜんまいを用いたことを特徴とする時計。

【書類名】明細書

【発明の名称】時計用ばね、ぜんまい、ひげぜんまい、及び時計

【技術分野】

【0001】

本発明は、時計用ばね、ぜんまい、ひげぜんまい、及び時計に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、時計をはじめとする精密機械には、種々のばねが採用されている。例えば、時計であれば、水晶発振式の時計の水晶振動子を付勢状態で固定するばね、時計の駆動機構の動力源を構成するぜんまい、ぜんまいを巻く際に巻き戻り防止のために設けられるコハゼばね、機械式時計におけるテンプを付勢するひげぜんまい等が知られている。

【0003】

また、このようなばねに用いられる材料としては、従来より炭素鋼、ステンレス、コバルト合金、銅合金等からなるばね材料、ぜんまい材料等が採用されているが、次の (i) ~ (iii) のような問題があった。

【0004】

(i) まず、水晶振動子を付勢状態で固定するばねの場合、水晶振動子の特性として、当該ばねの付勢力により水晶振動子の歩度にずれが生じるという問題がある。すなわち、バネの付勢力のばらつきにより、水晶が発振する 32 kHz の信号の周期が進んだり、または遅れたりしてしまうため、その信号を基準信号としている時計体の精度がずれてしまうという問題があった。従って、水晶振動子を固定するばねには、付勢力のばらつきが少ないものが切望されていた。

【0005】

(ii) また、機械式時計の調速機を構成するテンプを付勢するひげぜんまいの場合、温度変化によってヤング率が変化して付勢力がばらつき、テンプの揺動周期が変化し、このテンプの揺動周期の変化が機械式時計の精度に大きく影響を及ぼしていた。従って、ひげぜんまいの材料としては、温度変化によりヤング率が変化しないものを採用するのが好ましい。

【0006】

(iii) 更には、時計等の駆動機構の動力源を構成するぜんまいの場合、駆動機構の長時間動作と、駆動機構の小型化といった相反する性能を満たすぜんまいが切望されている。すなわち、例えば、時計の駆動機構は、動力源となるぜんまいと、このぜんまいを収納する香箱と、この香箱と噛合してぜんまいの機械エネルギーを伝達する輪列とを備え、巻締められたぜんまいの巻き戻しによる回転力を利用して、輪列等の伝達装置を介して時計の指針を回転させている。

【0007】

これに対して、前記した問題を解決すべく、近年では、例えば、チタン合金から構成されているばねや、当該ばねから構成されているぜんまいやひげぜんまいが検討されている (例えば、特許文献 1)。

【0008】

ところで、駆動機構の動力源とされるぜんまいの巻数と出力トルクとの関係は比例関係にあり、ぜんまいが出力するトルクを T 、ぜんまいの巻締め回数 (巻数) を N 、ヤング率を E 、ぜんまいの全長を L とし、ぜんまいが厚さ t 、幅 b の矩形の断面を有するとすると、下記 (1) 式で表されることが知られている。

【0009】

【数 1】

$$T = (E t^3 b \pi / 6 L) \times N \quad \dots (1)$$

【0010】

一方、ぜんまいの全長 L 、厚さ t 、幅 b は、ぜんまいが収納される香箱サイズによって

決定され、香箱内半径を R 、香箱真半径を r とすると、ぜんまいの全長 L は、下記(2)式によって導かれ、かかる(2)式より、ぜんまいの全長 L および厚さ t は反比例の関係にあるということがわかる。

【0011】

【数2】

$$L = \pi (R^2 - r^2) / 2t \dots\dots (2)$$

【0012】

ここで、ぜんまいに蓄えられる機械エネルギーは、前記した(1)式の出力トルク T を巻数 N で積分することにより与えられ、(1)式がぜんまいの全長 L および厚さ t の関数とも考えられるので、従来は、 L 、 t を調整することによってぜんまいのエネルギーを調整していた。すなわち、ぜんまいの厚さ t を薄くしてぜんまいの全長 L を大きくすれば、ぜんまいの最大巻数 N_{\max} を大きくすることができる。一方、これとは逆に、ぜんまいの全長 L を短くしてぜんまいの厚さ t を厚くすることにより、出力トルク T の値を高くすることができた。

【0013】

【特許文献1】国際公開WO99/12080号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、このような決定方法では、前記した(2)式からも明らかなように、ぜんまいの厚さ t および全長 L が香箱内部の収納空間の容積によって制限されてしまうことになっていた。そのため、長時間動作可能なぜんまいを採用する場合にあっては、必然的に香箱を大きくして収納空間を大きくとらなければならないため、ぜんまいを含む駆動機構の小型化を図ることができない問題点を有していた。

【0015】

また、ぜんまいとしてヤング率の高いぜんまい材料を採用し、厚さ t が薄くても高トルクを出力することのできるぜんまいとすることも考えられるが、ぜんまいの靱性を確保することが困難であり、その結果、ぜんまいの耐久性という点で限界があった。

【0016】

本発明の目的は、時計の精密機械の高精度化、安定動作化を図ることができる時計用バネを提供することにある、また、動力源として利用した場合、長時間動作化を図ることのできる時計用ばね、及び当該時計用ばねを備えたぜんまい、ひげぜんまい、並びに時計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

前記の課題を解決するために、本発明の時計用ばねは、バナジウム族(Va族)元素の一種または二種以上を含有し、残部が実質的にチタン(Ti)からなり、平均ヤング率が100GPa以下で、引張強度が1000MPa以上であるチタン合金から構成されていることを特徴とするものである。

【0018】

本発明の時計用ばねは、前記したように、バナジウム族(Va族)元素の一種または二種以上を含有し、残部が実質的にチタン(Ti)からなるチタン合金(以下、単に「チタン合金」、または「特定のチタン合金」とすることもある)を基本構成とするものである。

ここで、バナジウム族(Va族)としては、バナジウム(V)のほか、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)等が挙げられ、チタン合金に対してこれらの一種を単独で、または二種以上を組み合わせて含有させることができる。これらの元素は、何れも β 相安定化元素として知られるものであるが、チタン合金全体が β 型合金に限られるということを意味するものはない。

【0019】

また、前記したバナジウム族 (V a 族) は、本発明の時計ばねを構成するチタン合金全体に対して、20~80質量%含有させることが好ましく、30~60質量%含有させることがより好ましい。バナジウム族 (V a 族) の含有量をかかえる範囲にすることにより、比強度の低下が起きることなくチタン合金の低ヤング率化を図ることができる一方、バナジウム族 (V a 族) の含有量が20質量%より小さいと、平均ヤング率を所望の100GPa以下とすることが困難となる場合がある。また、バナジウム族 (V a 族) の含有量が80質量%を超えると、チタン合金の密度が大きくなるため、チタン合金の比強度の低下を招く場合がある。

【0020】

チタン合金に対しては、更に、ジルコニウム (Z r)、ハフニウム (H f)、スカンジニウム (S c) とからなる金属元素群の一種以上を含有させてもよい。これらの金属元素のうち、ジルコニウム (Z r) とハフニウム (H f) は、チタン合金の低ヤング率化と高強度化に有効な元素であり、また、スカンジニウム (S c) は、チタン (T i) に固溶させた場合にあっては、前記したバナジウム族 (V a 族) の元素とともにチタン原子間の結合エネルギーを特異的に低下させ、低ヤング率化の促進を図ることができる。これらの金属元素群は、チタン合金の全体を100質量%とした場合において、30~60質量%含有させることが好ましく、金属元素群の含有量をかかえる範囲とすることにより、前記した各元素の奏する効果を好適に享受することができる。

【0021】

チタン合金に対しては、更に、酸素 (O)、炭素 (C) または窒素 (N) の一種以上を含有させてもよく、これらは侵入型の固溶強化元素であるため、チタン合金の強度を向上させることができるため好ましい。これら酸素 (O)、炭素 (C) または窒素 (N) は、チタン合金の全体を100質量%とした場合において、2質量%以下含有させることが好ましく、酸素 (O) や炭素 (C) の含有量をかかえる範囲とすることにより、チタン合金の強度の向上を好適に図ることができる。

【0022】

チタン合金に対しては、更に、ホウ素 (B) を含有させてもよく、ホウ素 (B) の添加は、チタン合金の機械的な材料特性と熱間加工性を向上させることができるため好ましい。

ホウ素 (B) は、チタン合金の全体を100質量%とした場合において、2質量%以下含有させることが好ましく、ホウ素 (B) の含有量をかかえる範囲とすることにより、チタン合金の機械的な材料特性と熱間加工性の向上を好適に図ることができる。

【0023】

チタン合金に対しては、更に、クロム (C r)、モリブデン (M o)、マンガン (M n)、鉄 (F e)、コバルト (C o)、ニッケル (N i)、錫 (S n) またはアルミニウム (A l) よりなる金属元素群の一種以上を含有させてもよく、これらの金属元素の添加は、チタン合金の強度 (室温強度を含む) や熱間鍛造性を向上させることができるため好ましい。

【0024】

なお、前記した各組成元素は、ばねの要求性能に応じて、所定の範囲内で任意に組み合わせることができ、また、本発明の効果を妨げない範囲内において、更に別の元素を添加してチタン合金を構成してもよい。

【0025】

また、本発明の時計用ばねを構成するチタン合金は、チタン (T i) を含有する合金体を意味するものであるが、チタン (T i) の含有量を特定するまでのものではない。

よって、本発明にあっては、仮にチタン (T i) 以外の成分の含有量が合金全体の半分以上 (50質量%以上) を超える場合であっても、チタン (T i) を含む合金である限り、チタン合金を意味するものである。

【0026】

前記の構成成分からなるチタン合金を製造する方法は、特に限定されるものではなく、溶解法、鑄造法、焼結法等の公知の手段を用いて製造することができる。

また、製造途中の工程として、冷間加工、熱間加工、熱処理等を施すことによって、得られるチタン合金の材料特性を調整することができる。そして、例えば、特開 2002-249836 号に開示されるようなチタン合金の製造方法を用いることによって、本発明の時計用ばねを構成するチタン合金を簡便に製造することができる。

【0027】

そして、本発明の時計用ばねを構成するチタン合金は、平均ヤング率が 100 GPa 以下で、引張強度が 1000 MPa 以上であるチタン合金から構成されていることを特徴とするものであり、平均ヤング率が 90 GPa 以下、引張強度が 1300 MPa 以上、または、平均ヤング率が 60 GPa 以下、引張強度が 1000 MPa 以上であることが好ましい。

ここで、「平均ヤング率」とは、例えば、特開 2002-249836 号に開示される如く、引張試験により得られた応力-歪み線図上において、引張弾性限強度の 1/2 に相当する応力位置での傾き（曲線の接線の傾き）を示すものである。

【0028】

すなわち、時計用のばね材料として前記の構成のチタン合金を採用したのは、引張強度が 1000 MPa 以上で、かつ平均ヤング率が 100 GPa 以下となる時計ばね材料とするためであるが、具体的には、下記に示すような従来のぜんまい材料と、特定のチタン合金から構成されるばねの最大引張応力 (σ_{max}) と平均ヤング率 E を比較すると、以下のようになる。

【0029】

（従来のぜんまい材料の組成）

化学組成（質量％）：Co 30～45％、Ni 10～20％、Cr 8～15％、
C < 0.03％、W 3～5％、Mo 3～12％、Ti 0.1～2％、Mn 0.1～2％、Si 0.1～2％、Fe 残

【0030】

| | σ_{max} (MPa) | E (GPa) |
|---------|----------------------|---------|
| 従来材料 | 2000 | 200 |
| チタン合金ばね | 1500 | 80 |

【0031】

このような特定のチタン合金から構成される時計用ばねを採用すれば、平均ヤング率が低い一方、最大引張り応力が大きいため、許容応力も大きくなり、同じ形状の従来材料のばねと比較しても、高い付勢力が得られ、精密機器を小型化する際に好適である。

【0032】

また、時計用ばねが特定のチタン合金により構成されているので、単ロール法、双ロール法、回転水中紡糸法等によりワイヤー、リボン材等を簡単に製造することができ、ばねの製造工程の簡素化を図ることができる。

【0033】

更には、時計用ばねを構成する特定のチタン合金は、弾性変性能に優れるといった超弾性的性質と、室温においても冷間加工性に優れるといった超塑性的性質を併せ持ったものである。例えば、かかる冷間加工性を生かして、チタン合金を所望の形状に簡便に加工することが可能となる。

【0034】

更にまた、特定のチタン合金は耐食性が良好であるため、時計用ばねの適用箇所によっては、錆止め用メッキを不要とすることができる。

【0035】

そして、水晶振動子を固定する付勢手段として特定のチタン合金から構成される時計用ばねを用いた場合、以下の理由で水晶振動子の信号の周期の進み遅れを防止することができる。

【0036】

すなわち、前記したように、特定のチタン合金から構成されるばね（チタン合金ばね）は、従来材料のばねと比較して平均ヤング率が低いため、ばねのたわみ量 ϵ と付勢力 F との関係は、図1に示すように、従来材料のばねのグラフ $G1$ よりも傾きの小さいグラフ $G2$ となる。

従って、水晶振動子を固定するのに必要な付勢力 $F0$ を与える従来材料のばねのたわみ量を $\epsilon1$ 、チタン合金ばねのたわみ量を $\epsilon2$ とすると、両者のばねのたわみ量 $\epsilon1$ およびたわみ量 $\epsilon2$ に σ という変化が生じた場合、その際の付勢力 $F0$ の変動 $df1$ 、 $df2$ を比較すると、チタン合金ばねの付勢力の変動 $df2$ の方が小さいことがわかる。

【0037】

よって、水晶振動子を固定する付勢手段としてチタン合金ばねを採用すれば、付勢力のばらつきを低減することが可能となり、水晶振動子の周期のずれを少なくすることができ、時計体の高精度化が図られる。

【0038】

また、特定のチタン合金から構成される時計用ばねを、機械式時計の調速機を構成するテンプを付勢するひげぜんまいとして採用すれば、通常のひげぜんまい材料である炭素鋼等と比較すると、温度変化に伴う平均ヤング率の変化が少ないので、温度変化が生じてても、付勢力のばらつきに伴うテンプの揺動周期の変化が少なく、機械式時計の高精度化を図ることができる。

【0039】

更には、駆動機構の動力源として特定のチタン合金から構成される時計用ばねを採用した場合、すなわち、特定のチタン合金から構成されるぜんまいとした場合、動力源の長時間動作化は、以下のような考えに基づいて導くことができる。

【0040】

すなわち、前記した(1)式の関係が成立するぜんまい31（厚さ t 、幅 b 、長さ L ）のたわみは、図2に示されるように、内端311が香箱真33に剛接合され、他の端部となる外端312が自由端とされる片持ち支持梁のたわみとして近似的に求められる。

【0041】

図2におけるたわみ角 α (rad) は、ぜんまい31のたわみ半径を r とすると、下記(3)式により表すことができる。

【0042】

【数3】

$$r = L / \alpha \quad \cdots \cdots (3)$$

【0043】

一方、ぜんまい31の巻数 N は、前記したたわみ角 α によって、下記(4)式により表すことができる。

【0044】

【数4】

$$N = \alpha / 2\pi \quad \cdots \cdots (4)$$

【0045】

従って、前記した(1)式は前記した(3)式及び(4)式から、下記(5)式に変形されることになる。

【0046】

【数5】

$$T = (b t^3 E / 12 L) \times \alpha \quad \cdots \cdots (5)$$

【0047】

そして、ぜんまい31のたわみによって蓄えられるエネルギー U は、ぜんまい31に作用

する曲げモーメント、すなわち、ぜんまい 31 の出力トルク T を α について積分することによって求められ、下記 (6) 式のように表される。

【0048】

【数 6】

$$U = \int T \alpha = \int (b t^3 E / 12 L) \times \alpha d \alpha$$

$$= (b t^3 E / 24 L) \times \alpha^2 \quad \dots\dots (6)$$

【0049】

従って、長さ L のぜんまいが蓄え得る最大エネルギー U_{\max} は、図 2 におけるぜんまい 31 の最大たわみ角 α_{\max} とすると、下記 (7) 式で表される。

【0050】

【数 7】

$$U_{\max} = (b t^3 E / 24 L) \times \alpha_{\max}^2 \quad \dots\dots (7)$$

【0051】

ここで、ぜんまい 31 に作用する曲げ応力 σ は、ぜんまい 31 に作用する曲げモーメント、すなわち、たわみ状態にあるぜんまい 31 が出力し得る出力トルク T の関数として表される。ぜんまい 31 の中立軸 A からの厚さ方向変位を y 、ぜんまい 31 の断面二次モーメントを I_z とすると、下記 (8) 式のように表される。

【0052】

【数 8】

$$\sigma = T \times y / I_z \quad \dots\dots (8)$$

【0053】

従って、図 2 におけるぜんまい 31 の上面に作用する引っ張り方向の最大曲げ応力 σ_b は、前記した (8) 式を用いれば、下記 (9) 式により算出される。

【0054】

【数 9】

$$\sigma_b = T \times (t / 2) / I_z \quad \dots\dots (9)$$

【0055】

一方、ぜんまい 31 の断面は、厚さ t 、幅 b の矩形状をなしているから、前記 I_z は、下記 (10) 式により求められる。また、これら (9) 式、(10) 式により、ぜんまい 31 の出力トルク T は、下記 (11) 式により表される。

【0056】

【数 10】

$$I_z = b t^3 / 12 \quad \dots\dots (10)$$

【0057】

【数 11】

$$T = (b t^2 / 6) \times \sigma_b \quad \dots\dots (11)$$

【0058】

そして、前記した (1) 及び (11) 式より、当該出力トルク T は、下記 (12) 式により算出される。

【0059】

【数 12】

$$T = (E t^3 b \pi / 6 L) \times N = (b t^2 / 6) \times \sigma_b \quad \dots\dots (12)$$

【0060】

また、前記(7)式における α_{\max} を与えるぜんまいの最大巻数 N_{\max} は、(4)式を用いることにより、下記(13)式により表される。

【0061】

【数13】

$$N_{\max} = \alpha_{\max} / 2\pi \quad \dots\dots (13)$$

【0062】

そして、これら(12)式及び(13)式より、 σ_{\max} を求める下記(14)式の関係が導き出される。

【0063】

【数14】

$$\alpha_{\max} = 2L\sigma_b / Et \quad \dots\dots (14)$$

【0064】

従って、 α_{\max} は、ぜんまい31の引っ張り方向の最大曲げ応力 σ_b 、すなわち、ぜんまい31に用いられるぜんまい材料の最大引っ張り応力 σ_{\max} によって決定され、前記した(7)式が、下記(15)式により算出されることがわかる。

【0065】

【数15】

$$U_{\max} = (bt^3E / 24L) \times (2L\sigma_{\max} / Et)^2 \\ = (btL / 6) \times (\sigma_{\max}^2 / E) \quad \dots\dots (15)$$

【0066】

この(15)式から、図2のぜんまい31に蓄えられる最大エネルギー U_{\max} は、ぜんまい31の厚さ t 、幅 b 、及び長さ L のみならず、ぜんまい31を構成する材料の最大引張応力 σ_{\max} 、及び平均ヤング率 E によっても変化することがわかる。

【0067】

従って、ぜんまいに蓄えられるエネルギー U_{\max} をより大きくするには、最大引張応力 σ_{\max} が大きく、かつ平均ヤング率 E が小さい性質の材料をぜんまい31に採用するのが好ましいということがわかる。

すなわち、前記した $\sigma_{\max} = 1500$ (MPa)、 $E = 80$ (GPa) 程度のチタン合金ばねをぜんまい31の材料として採用した場合、前記した(15)式より、従来の場合と比較して約1.4倍のエネルギーが蓄えられることがわかる。従って、前記した平均ヤング率及び引張強度を備えた特定のチタン合金により構成された本発明の時計用ばねが、時計の精密機械の高精度化、安定動作化を図ることができ、また、動力源として利用した場合にあっては、長時間動作化を図ることができる時計用ばねとなることがわかる。

【0068】

従って、時計等の駆動機構の動力源として特定のチタン合金の時計用ばねからなるぜんまい(チタン合金ぜんまい)を採用すれば、香箱等他の部分の形状寸法を変更することなく、ぜんまいに蓄積可能なエネルギー体積密度を向上することが可能となる。よって、駆動機構の動力源としては、小型化を維持しつつ、長時間動作させることが可能となり、特に、小型化が重要な腕時計の駆動機構の動力源として好ましいものとなる。

【0069】

以上において、前記した特定のチタン合金から構成される時計用ばねがひげぜんまいまたはぜんまいとして利用される場合、非磁性体からなるぜんまいであるのが好ましい。

すなわち、これらのぜんまいが非磁性体で構成されていれば、耐磁性が向上するので、ぜんまいが磁界等に引っ張られても、ぜんまいの特性が低下することもない。

なお、特定のチタン合金から構成されるばねを、水晶振動子の固定ばね、コハゼばね等に用いた場合も、当該ばねが非磁性体から構成されていれば、耐磁性が向上し、前記と同様にばねの付勢力が磁界等に影響されることもない。

【0070】

[2. 特定のチタン合金から構成される時計用ばねの最適形状]

前記した特定のチタン合金から構成される時計用ばねは、基板や地板等に初期たわみを持たせて組み込まれているのが好ましい。

すなわち、初期たわみがあるので、ばねを基板、地板等に組み込んでも、ばねの動きやずれを生じることもない。

さらに、初期たわみがあると、荷重を初期から加えることができるが、従来材料のばねでは平均ヤング率が高いため、その分許容応力までの余裕が少なくなってしまう。これに対して、チタン合金から構成される時計用ばねでは、平均ヤング率が低いため、初期たわみで荷重がかかっているにもかかわらず、許容応力の余裕分が十分確保される。

【0071】

また、特定のチタン合金から構成される時計用ばねの断面形状は、直径0.05mm以上の円形断面、または厚さ0.01mm×幅0.05mm以上の矩形断面を有しているのが好ましい。

すなわち、時計用ばねの断面形状がこのような断面であれば、十分な付勢力が得られるので、水晶振動子の固定手段、機械式時計の調速機を構成するテンプを付勢するひげぜんまいや、駆動機構の動力源となるぜんまい等として利用することができる。

【0072】

更には、特定のチタン合金から構成される時計用ばねは、ワイヤー状の前記チタン合金を線引き加工することにより、矩形断面が形成されていることが好ましい。

すなわち、本発明の時計用ばねを構成する特定のチタン合金は、冷間加工性に優れるため、焼鈍なしで冷間線引き加工を行っても加工硬化や延性低下がほとんど起こらず、どこまでも冷間加工が可能である。従って、一度線引き加工したワイヤー状のチタン合金材料を更に線引き加工することにより、断面角部をR形状にすることもでき、その結果摺動時の負荷を軽減することができることとなる。

【0073】

そして、前記した特定のチタン合金から構成されるばねが駆動機構の動力源であるぜんまいとして利用される場合、このぜんまいの自由展開形状はS字状をなし、この自由展開形状の湾曲方向が変化する変曲点は、巻き取り側の端部となる内端と、この内端に対して他の端部となる外端との中間点よりも内端側に形成されているのが好ましい。

【0074】

ここで、ぜんまいの自由展開形状とは、ぜんまいを香箱内から出した状態の形状のように、ぜんまいの拘束状態を解放した場合の展開形状のことをいう。

また、従来材料からなるぜんまいの自由展開形状では、図3に示すグラフG3のように、ぜんまいの内端と外端との中間点Cに変曲点（曲率半径 ρ が無限大となり、ぜんまいの湾曲方向が変化する点）を設けた理想曲線に近いS字状に形成していたが、これは以下（d）（e）の理由による。

【0075】

（d）予めぜんまいを巻き取り方向とは反対側にクセ付けしておき、巻締め時、ぜんまいに蓄えられるエネルギーを多く蓄積するためである。

【0076】

（e）ぜんまい全体に亘って均等に曲げ応力が作用するようにして応力集中によるぜんまいの破断を防止するためである。

【0077】

一方、前記したように、特定のチタン合金で構成されるぜんまいは、従来のぜんまい材料と比較して平均ヤング率が小さいので、前記（e）の理由による制限は緩和され、専ら前記（d）を達成するためにクセ付けを行うことが可能となる。

【0078】

そして、具体的には、特定のチタン合金から構成されるぜんまいの最適な自由展開形状は、以下のようにして決定される。

香箱に収納されたぜんまいの巻締め時における螺旋形状をアルギメデスの螺旋と仮定すると、極座標 r 、 θ を採った場合、下記 (16) 式のように表される。ここで、 t はぜんまいの厚さである。

【0079】

【数16】

$$r = (t / 2\pi) \times \theta \quad \dots\dots (16)$$

【0080】

そして、ぜんまい全体に亘って応力集中が起こらない理想曲線を与える条件は、ぜんまいに作用する曲げモーメントを M 、ぜんまいの曲げ剛性を B 、自由展開形状におけるぜんまいの曲率半径を ρ_0 、巻締め時におけるぜんまいの外周部分の曲率半径を ρ_1 とすると、(17) 式で与えられる。

【0081】

【数17】

$$(1 / \rho_1) - (1 / \rho_0) = M / B = \text{一定} \quad \dots\dots (17)$$

【0082】

また、ぜんまい全体の蓄積した弾性エネルギーが最大となる条件は、ぜんまいの最大弾性歪み量を ϵ_{\max} とすると、(18) 式で与えられる。

【0083】

【数18】

$$B / M = t / 4 \epsilon_{\max} \quad \dots\dots (18)$$

【0084】

更には、巻出し中心からの曲線に沿って測ったぜんまいの長さを L' とすると、(19) 式の関係が成立する。

【0085】

【数19】

$$1 / \rho_1 = (\pi / t L')^{1/2} \quad \dots\dots (19)$$

【0086】

従って、前記した (17) 式及び (19) 式より、下記 (20) 式が求められる。

【0087】

【数20】

$$1 / \rho_0 = (\pi / t L')^{1/2} - M / B \quad \dots\dots (20)$$

【0088】

実際には、ぜんまいの内端は、香箱真に巻き付けられるので、この香箱真半径を r とすると、実際のぜんまいの長さ L は、(21) 式のようになる。

【0089】

【数21】

$$L = L' - \pi r^2 / t \quad \dots\dots (21)$$

【0090】

そして、理想曲線形の自然方程式は、下記 (22) 式のようになる。

【0091】

【数22】

$$\rho_0 = 2 (\pi / t) \times (B / M)^3 \times (1 / L) + B / M \quad \dots\dots (22)$$

【0092】

従って、ぜんまいの蓄積エネルギーが最大となる場合の自由展開形状における曲率半径 ρ_0 は、(18) 式、(22) 式より、下記 (23) 式と表すことができる。

【0093】

【数23】

$$\rho_0 = 2 (\pi / t) \times (t / 4 \epsilon_{\max})^3 \times (1 / L) + t / 4 \epsilon_{\max} \quad \cdots \cdots (23)$$

【0094】

なお、 $\epsilon_{\max} = 0.02$ となると、理想曲線の渦巻形状のピッチがぜんまいの厚さ t よりも完全に小さくなってしまいますので、実際には、 $\epsilon_{\max} = 0.02$ に近い形状で代用することとなる。

【0095】

この (23) 式を前記した図 3 に表せばグラフ G4 のようになり、変曲点を、計算上従来材料のぜんまいのグラフ G3 よりも内端側に形成することが可能ながわかる。

従って、特定のチタン合金で構成されたぜんまいであれば、ぜんまいの全長にわたって巻き取り方向とは反対側にクセ付けすることが可能となるので、巻締め時の蓄積エネルギーをより多くすることが可能となる。

【0096】

ここで、前記した (1) 式は理論上算出される基礎式であり、(22) 式もこの基礎式から求められる理論上の式であるから、実際には、ぜんまい同士またはぜんまいと香箱との間に摩擦が生じたり、ぜんまいと香箱真とを接合するための巻き代が必要となるので、これらを考慮する必要がある。

【0097】

従って、摩擦による補正係数を K_1 、ぜんまいを香箱真に巻き付けるための巻数 N_0 とすると、従来材料のぜんまいでは、巻数 N と出力トルク T との関係は、(24) 式により表される。

【0098】

【数24】

$$T = K_1 \cdot (E b t^3 \pi / 6 L) \times (N - N_0) \quad \cdots \cdots (24)$$

【0099】

従って、図 4 に示すように、従来材料のぜんまいの出力トルク特性 G6 と比較して、特定のチタン合金で構成されたぜんまいの出力トルク特性 G5 は、巻数は同じであるが、カーブの傾きが小さく巻数の変化によるトルク変動が小さい。また、同じ巻数時でのトルクが高いので、持続時間が増加し、駆動機構をより長時間動作させることが可能となる。

【0100】

なお、ぜんまいのクセ付けを行う場合にあっては、150℃以上の温度により熱処理されてクセ付けが施されていることが好ましい。

すなわち、前記したように、特定のチタン合金は、弾性変性能に優れるといった超弾性的性質と、室温においても冷間加工性に優れるといった超塑性的性質を併せ持っているため、通常の方法でクセ付けを行っても元の形状に戻ってしまう場合がある。よって、引張強度の温度特性をも考慮して、当該強度の比較的低い 150℃以上でクセ付けを行うことにより、ぜんまいのクセ付けを簡便に行うことができることとなる。

【0101】

また、前記した特定のチタン合金から構成される時計用ばねをぜんまいとして利用する場合にあっては、所定の製造方法で製造された単板からなるチタン合金ぜんまいとしてもよく、また、2枚、3枚、および複数枚のチタン合金板状体を積層一体化してチタン合金ぜんまいとしてもよい。後者の場合にあっては、チタン合金ぜんまいが、チタン合金板状体が複数枚積層されることにより形成されているので、(1)、(22)、(23) 式からわかるように、出力トルク等の要求性能に応じてチタン合金ぜんまいの厚さ t を自由に設定することが可能となる。

【0102】

また、この場合にあつては、さらに、積層一体化する場合、複数枚のチタン合金板状体をエポキシ系樹脂等の合成樹脂系の接着剤で貼り合わせてもよい。

【0103】

なお、このような積層一体化したばねを、水晶振動子の固定ばね、コハゼばね等として用いてもよい。

【0104】

そして、本発明の時計は、前記した本発明のぜんまい、及び／または本発明のひげぜんまいを用いたことを特徴とする。

この本発明の時計によれば、前記した本発明のぜんまいやひげぜんまいの奏する効果を、好適に享受することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0105】

以下に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0106】

[第1実施形態]

第1実施形態は、本発明に係る時計用ばねをぜんまいとして利用した駆動機構1に係るものである。

ここで、図5は、本発明の第1実施形態に係る特定のチタン合金から構成されるぜんまい31（以下、「チタン合金ぜんまい31」とすることもある）を利用した電子制御式機械時計の駆動機構1を示す平面図であり、図6及び図7はその断面図である。

【0107】

電子制御式機械時計の駆動機構1は、チタン合金ぜんまい31、香箱歯車32、香箱真33及び香箱蓋34からなる香箱30を備えている。

【0108】

チタン合金ぜんまい31は、外端が香箱歯車32、内端が香箱真33に固定される。香箱真33は、地板2と輪列受3に支持され、角穴車4と一体で回転するように角穴ネジ5により固定されている。角穴車4は、時計方向には回転するが反時計方向には回転しないように、コハゼ6と噛み合っている。

なお、角穴車4を時計方向に回転しチタン合金ぜんまい31を巻く方法は、機械時計の自動巻または手巻機構と同様であるため、説明を省略する。

【0109】

香箱歯車32の回転は、7倍に増速されて二番車7へ、順次6.4倍増速されて三番車8へ、9.375倍増速されて四番車9へ、3倍増速されて五番車10へ、10倍増速されて六番車11へ、10倍増速されてロータ12へと、合計126,000倍の増速をし、これらの歯車が輪列を構成している。

【0110】

二番車7には筒かな7aが、かかる筒かな7aには分針13が、四番車9には秒針14がそれぞれ固定されている。従って、二番車7を1rphで、四番車9を1rpmで回転させるためには、ロータ12は5rpsで回転するように制御すればよい。また、この場合における香箱歯車32は、1/7rphとなる。

【0111】

この電子制御式機械時計は、ロータ12、ステータ15、コイルブロック16から構成される発電機20を備えている。ロータ12は、ロータ磁石12a、ロータかな12b、ロータ慣性円板12cから構成される。ロータ慣性円板12cは、香箱30からの駆動トルク変動に対してロータ12の回転数変動を少なくするためのものである。一方、ステータ15は、ステータ体15aに対して4万ターンのステータコイル15bを巻線したものである。

【0112】

コイルブロック16は、磁心16aに11万ターンのコイル16bを巻線したものであ

る。ここで、ステータ体15aと磁心16aはPCパーマロイ等で構成されている。また、ステータコイル15bとコイル16bは、各々の発電電圧を加えた出力電圧がでるように直列に接続されている。

【0113】

このような発電機20によって発電された交流出力は、図5～図7では図示を略したが、駆動機構1の调速、脱進等の制御用に組み込まれる制御回路に供給される。

【0114】

次に、前記した香箱30の内部構造について、図8に基づいて説明する。

図8(A)には、前記したチタン合金ぜんまい31が香箱30内で巻締められた状態が示され、また、図8(B)には、チタン合金ぜんまい31が香箱内で巻戻った後の状態が示されている。

なお、このチタン合金ぜんまい31の形状寸法は、例えば、幅 $b=1\text{mm}$ 、厚さ $t=0.1\text{mm}$ 、全長 $L=300\text{mm}$ とすることができる。

なお、チタン合金ぜんまい31を形成する時計用ばねは、ワイヤー状の前記チタン合金を線引き加工することにより、矩形断面が形成されているようにしてもよい。

【0115】

チタン合金ぜんまい31は、前記したように、その内端311が香箱真33に対してスパイラル状(螺旋状)に巻き付けられているとともに、外端312が香箱の内側面に接合固定されている。

図8(B)の状態において、外力によって香箱30を香箱真33に対して回転させると、チタン合金ぜんまい31が巻締まる。一方、かかる巻締め後、香箱30の拘束状態を解放すると、チタン合金ぜんまい31の巻戻りとともに、香箱30が回転する。

そして、香箱30の外周に形成される香箱歯車32によって前記した二番車7等の輪列を回転させて、分針13、秒針14等が動作することとなる。

【0116】

このチタン合金ぜんまい31は、例えば、厚さ t が 0.1mm の単板からなるチタン合金板状体313からなるようにしてもよく、また、図9に示すように、厚さ $50\mu\text{m}$ のチタン合金板状体313を複数枚積層一体化して形成されるようにしてもよく、この場合にあっては、各々のチタン合金板状体313同士は、エポキシ系接着剤314によって貼り付けられて構成されることになる。

【0117】

また、前記香箱30から取り外したチタン合金ぜんまい31は、図10に示すように、香箱真33に対する巻取り方向とは反対側にクセ付けされ、形状としては、平面略S字状の自由展開形状を有している。

【0118】

そして、湾曲方向が変化する変曲点315は、内端311の近傍に形成され、変曲点315から内端311までは、チタン合金ぜんまい31を香箱真33に固定するために利用される。

【0119】

以上のようなチタン合金ぜんまい31を形成するに際しては、所定の製造方法で製造された、厚さ t が 0.1mm の単板からなるチタン合金板状体313に対してクセ付けを施して、チタン合金ぜんまい31として使用するようにしてもよい。

また、この場合において、チタン合金ぜんまい31のクセ付けを行う場合にあっては、 150°C 以上の温度により熱処理を行ってクセ付けを施すようにすればよい。

【0120】

一方、チタン合金ぜんまい31が図9に示されるような複数枚のチタン合金板状体313から形成される場合にあっては、まず、チタン合金板状体313を駆動機構1の動力源として必要な幅、長さ寸法に加工する。

そして、各々の特定のチタン合金板状体313を、エポキシ系接着剤314を用いて互いに貼り合わせ、チタン合金ぜんまい31に必要な厚さ t (0.1mm)を確保するよう

にする。

最後に、エポキシ系接着剤 314 が硬化する前に、丸棒等にチタン合金ぜんまい 31 を巻き付けてクセ付けを行い、エポキシ系接着剤 314 を硬化させる。

【0121】

以上のような第 1 実施形態に係るチタン合金ぜんまい 31 によれば、次のような効果がある。

(1) 駆動機構 1 の動力源としてチタン合金ぜんまい 31 が採用されているので、駆動機構 1 の小型化を維持しつつ、当該駆動機構 1 を長時間動作させることができる。

因みに、前記した駆動機構 1 に従来のぜんまいを組み込んだ場合、巻締め時から 40 時間で停止するのに対して、チタン合金ぜんまい 31 を組み込んだ場合にあっては、巻締め時から 45 時間で停止し、持続時間は約 10 % 増加する。

【0122】

(2) 変曲点 315 の位置を内端 311 の近傍に設定することができるので、クセ付けをチタン合金ぜんまい 31 のほぼ全長に亘って行うことができ、チタン合金ぜんまい 31 が蓄積する機械エネルギーを増大させて駆動機構 1 の動作の長時間化を一層図ることができる。

また、チタン合金ぜんまい 31 であればトルク変動が小さいので、機械式時計の動力源として採用した場合、駆動精度を向上させることができる。

【0123】

(3) 従来のぜんまいでは、バルク材から圧延を繰り返して所定寸法の厚さのぜんまいを得ていた。これに対して、前記したチタン合金ぜんまい 31 は、単ロール法、双ロール法、回転水中紡糸法等によりワイヤー、リボン材等を簡単に製造することができるので、チタン合金ぜんまい 31 の製造の簡略化を図ることができる。

【0124】

(4) チタン合金ぜんまい 31 のクセ付けが、150℃以上の温度により熱処理を行ってクセ付けを施すようにしているので、超弾性的性質と超塑性的性質を併せ持ったチタン合金であっても、ぜんまい 31 のクセ付けを簡便に行うことができる。

【0125】

(5) チタン合金ぜんまい 31 を形成する時計用ばねが、ワイヤー状の前記チタン合金を線引き加工することにより、矩形断面が形成されているため、断面角部を R 形状にすることもでき、その結果摺動時の負荷を軽減することができることとなる。

なお、本発明の時計用ばねを構成する特定のチタン合金は、冷間加工性に優れるため、焼鈍なしで冷間線引き加工を行っても加工硬化や延性低下がほとんど起こらず、どこまでも冷間加工が可能である。

従って、一度線引き加工したワイヤー状のチタン合金材料を更に線引き加工することが可能となり、前記のような効果を好適に奏することができることになる。

【0126】

〔第 2 実施形態〕

次に、本発明の第 2 実施形態に係るチタン合金ぜんまい 31 を利用した駆動機構 101 について説明する。

なお、以下の発明では、既に説明した部分又は部材と同一又は類似の部分等については、その説明を省略又は簡略する。

【0127】

前記した第 1 実施形態に係る駆動機構 1 では、駆動機構 1 を動作させる動力源は、香箱 30 に収納された 1 つのチタン合金ぜんまい 31 のみであった。

これに対して、図 11 に示すように、第 2 実施形態に係る駆動機構 101 は、香箱 30 を 2 つ備え、各々の内部に収納されたチタン合金ぜんまい 31 が駆動機構 101 の動力源とされている点について相違する。

【0128】

図 11 に示されるように、本実施形態の駆動機構 101 における二番車 7 の基部歯車 7

1 には、2つの香箱 30 の外周に形成された香箱歯車 32 (図 11 では図示略) が同時に噛合している。

2つの香箱 30 は、それぞれの香箱真 33 を中心として同一方向に回転し、二番車 7 には、各々のチタン合金ぜんまい 31 の出力トルク T を加えた出力トルク $2T$ が作用している。

ここで、二番車 7 に噛合する香箱歯車 32 は、図 12 に示すように、左側の香箱歯車 32 と右側の香箱歯車 32 とが噛合する位相が異なっていて、左側の香箱歯車 32 が二番車 7 と B1 点で当接する時、右側の香箱歯車 32 は B2 点で二番車 7 から離間しようとしている。

【0129】

なお、このような位相の相違は、香箱真 33 の相対位置によって決定され、図 11 からわかるように、二番車 7 の回転中心と香箱真 33 とがなす角 β に応じて噛合する位相を調整することができる。

【0130】

このような第 2 実施形態に係るチタン合金ぜんまいを利用した駆動機構 101 によれば、前記の第 1 実施形態で述べた効果に加えて、次のような効果がある。

すなわち、チタン合金ぜんまい 31 が収納された 2つの香箱 30 を、同時に輪列を構成する二番車 7 に同時に噛合させているので、香箱 30 各々の出力トルク T を重ね合わせて二番車 7 を回転させることができ、駆動機構 101 を高い出力トルク $2T$ で動作させることができる。

【0131】

また、二番車 7 に噛合する香箱歯車 32 の位相が互いにずれているので、一方、例えば、図 12 において、左側の香箱 30 と二番車 7 との噛合状態によって発生するトルク変動を、他の右側の香箱 30 との噛合状態によりトルクを和することで、伝達トルクの変動を抑制して駆動機構 101 をスムーズに動作させることができる。

【0132】

〔第 3 実施形態〕

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。第 3 実施形態は、本発明に係るチタン合金から構成されるばねを、機械式時計の調速機を構成するテンプを付勢するひげぜんまいとして利用したものである。

すなわち、本実施形態における調速機を構成するテンプひげ系 400 は、図 13 および図 14 に示すように、テン真 410、テン輪 420、振り座 430、ひげ玉 440、ひげ持 450、緩急針 460 を含んで構成される。

【0133】

図 13 及び図 14 に示されるテン真 410 には、テン輪 420、振り座 430、ひげ玉 440 が固定され、これらが一体で回転するように構成されている。ひげぜんまい 470 は、チタン合金から構成される非磁性体であり、その内周端がひげ玉 440 に固定され、外周端は、ひげ持 450 に固定されている。緩急針 460 は、ひげ棒 461 およびひげ受 462 を含んで構成され、ひげぜんまい 470 の最外周部分は、ひげ棒 461 およびひげ受の間を通過している。

【0134】

そして、このようなテンプひげ系 400 では、テン輪 420 がテン真 410 を軸として回転すると、これに伴いひげ玉 440 も回転するので、テン輪 420 には、ひげぜんまい 470 の付勢力が作用し、この付勢力とテン輪 420 の慣性力とがつり合うと、テン輪 420 の回転が停止し、ひげぜんまい 470 の付勢力により、テン輪 420 は逆方向に回転する。すなわち、テン輪 420 は、テン真 410 を軸として揺動を繰り返す。このテン輪 420 の揺動周期は、緩急針 460 のひげ棒 461、ひげ受 462 の位置を微調整することにより、変化させることができる。また、この揺動周期 T は、テン輪 420 等の回転部分の慣性モーメント J のほか、ひげぜんまい 470 の材料特性によっても変化し、ひげぜんまい 470 の幅を b 、厚さを t 、ぜんまい長さを L 、ひげぜんまいの平均ヤング率を E

とすると、以下の(25)式によって表される。

【0135】

【数25】

$$T = 2\pi \times (12JL/Ebt^3)^{1/2} \dots\dots (25)$$

【0136】

以上のような第3実施形態によれば、次のような効果がある。

すなわち、ひげぜんまい470が特定のチタン合金により構成されているので、温度変化に伴う平均ヤング率Eの変化が少なく、前記した(25)式で表されるテンプひげ系400の揺動周期の変化も少なくなり、テンプひげ系400を含む調速機を有する機械式時計の高精度化を図ることができる。

【0137】

また、ひげぜんまい470が非磁性体のチタン合金から構成されているので、耐磁性が向上し、ひげぜんまい470が外部磁界等に引っ張られても、ぜんまいの特性が低下することもない。

【0138】

〔第4実施形態〕

次に、本発明の第4実施形態について説明する。第4実施形態は、本発明に係るアモルファス金属から構成されるばねを、水晶発振式時計の水晶振動子を付勢状態で固定するバネとして利用したものである。

【0139】

すなわち、図15に示すように、水晶振動子500は、真空カプセル501と、この真空カプセル501の内部に収納される音叉型の振動子本体502を含んで構成され、真空カプセル501の端部に設けられる端子503が回路基板510と電気的に接続されて発振回路が構成される。

【0140】

このような水晶振動子500は、地板520上に配置され、ネジ530と、特定のチタン合金から構成される固定ばね540によって、地板520に押さえつけられる方向に付勢された状態で固定されている。

【0141】

このような第4実施形態によれば、以下のような効果がある。

すなわち、特定のチタン合金金属から構成される固定ばね540は、平均ヤング率が小さいので、固定ばね540のたわみ量と付勢力との関係は、前記した図1に示されるように、従来材料のばねのグラフG1よりも傾きの小さいグラフG2となる。

従って、固定ばね540のたわみ量が変化しても、その際の付勢力の変動が少なくなるので、水晶振動子の周期のずれを少なくすることができ、水晶発振式時計の高精度化を図ることができる。

【0142】

なお、本発明は、前記の各実施形態に限定されるものではなく、次に示すような変形等をも含むものである。

すなわち、前記の第1実施形態では、チタン合金ぜんまい31は、電子制御式機械時計の駆動機構1の動力源として用いられていたが、これに限らず、制御系が調速機、脱進機によって構成される通常の機械式時計の駆動機構にチタン合金ぜんまい31を用いてもよい。

【0143】

そして、前記の第2実施形態では、輪列を構成する二番車7には、2つの香箱30が噛合していたが、2以上の香箱30が噛合していてもよく、要するに、チタン合金ぜんまいの蓄積エネルギーと、駆動機構の動力源として要求されるエネルギーとに応じて適宜決定すればよい。

【0144】

また、前記の第4実施形態では、チタン合金から構成されるばねを、水晶振動子500を固定する固定ばね540として利用していたが、これに限られない。

すなわち、第1実施形態の角穴車4と噛合するコハゼ6を構成するコハゼばねを特定のチタン合金から構成するようにしてもよい。コハゼ6は、香箱内のぜんまいを巻く際の巻戻り防止のための部品であり、その時機能するばねがコハゼばねである。そして、コハゼばねは、ぜんまいを巻いている最中、コハゼと係合している角穴車のかみ合い歯数分だけ繰り返し荷重を受けることとなり、その回数は数万～数十万回/年となる。

このような繰り返し荷重がかかる場合、コハゼばねの許容応力は、最大応力の1/2以下に設定する必要がある。従って、このようなコハゼばねにチタン合金から構成されるバネを使用すれば、許容応力が高く設定でき、また付勢力のばらつきも少ないので、コハゼばねの材料としても有利に使用できる。

【0145】

また、前記した実施形態では、時計用の駆動機構1の動力源としてチタン合金ゼンマイ31が用いられていたが、これに限らず、オルゴール等他の駆動機構の動力源としてチタン合金ぜんまい31を用いても良い。

そして、本発明の時計用ばね自体も、時計のほか、オルゴール等の他の精密機械も適用することができる。また、低トルクの時計に対して、本発明の時計用ばねやチタン合金ぜんまい31を適用するようにしてもよい。

その他、本発明の実施の際の具体的な構造及び形状等は、他の目的を達成できる範囲で他の構造等としてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0146】

以上のように、本発明に係る時計用ばね、ぜんまい、ひげぜんまい、及び時計は、例えば、時計をはじめとする駆動機構の動力源として、水晶発振式時計等の水晶振動子を固定するばねとして、機械式時計のテンプを付勢するひげぜんまいとして、香箱内のぜんまいの巻締めの際の巻戻り防止のためのコハゼばねとして好適に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0147】

【図1】本発明の作用を説明するためのひずみと付勢力の関係を示すグラフである。

【図2】本発明の作用を説明するための模式図である。

【図3】ぜんまい長さとの関係からぜんまいの変曲点位置を表すグラフである。

【図4】巻数と出力トルクとの関係を表すグラフである。

【図5】本発明の第1実施形態に係るチタン合金ぜんまいを利用した駆動機構を表す平面図である。

【図6】前記第1実施形態における駆動機構の断面図である。

【図7】前記第1実施形態における駆動機構の他の断面図である。

【図8】前記第1実施形態における香箱内に収納されたぜんまいを表す平面図である。

。

【図9】前記第1実施形態におけるぜんまいの厚さ方向断面図である。

【図10】前記第1実施形態におけるぜんまいの自由展開形状を表す平面図である。

【図11】本発明の第2実施形態に係る駆動機構を表す部分平面図である。

【図12】前記第2実施形態における香箱と輪列との噛合状態を表す部分平面図である。

【図13】本発明の第3実施形態に係るテンプひげ系の構造を表す平面図である。

【図14】前記第3実施形態におけるテンプひげ系の構造を表す断面図である。

【図15】本発明の第4実施形態に係る水晶振動子の固定構造を表す側面図である。

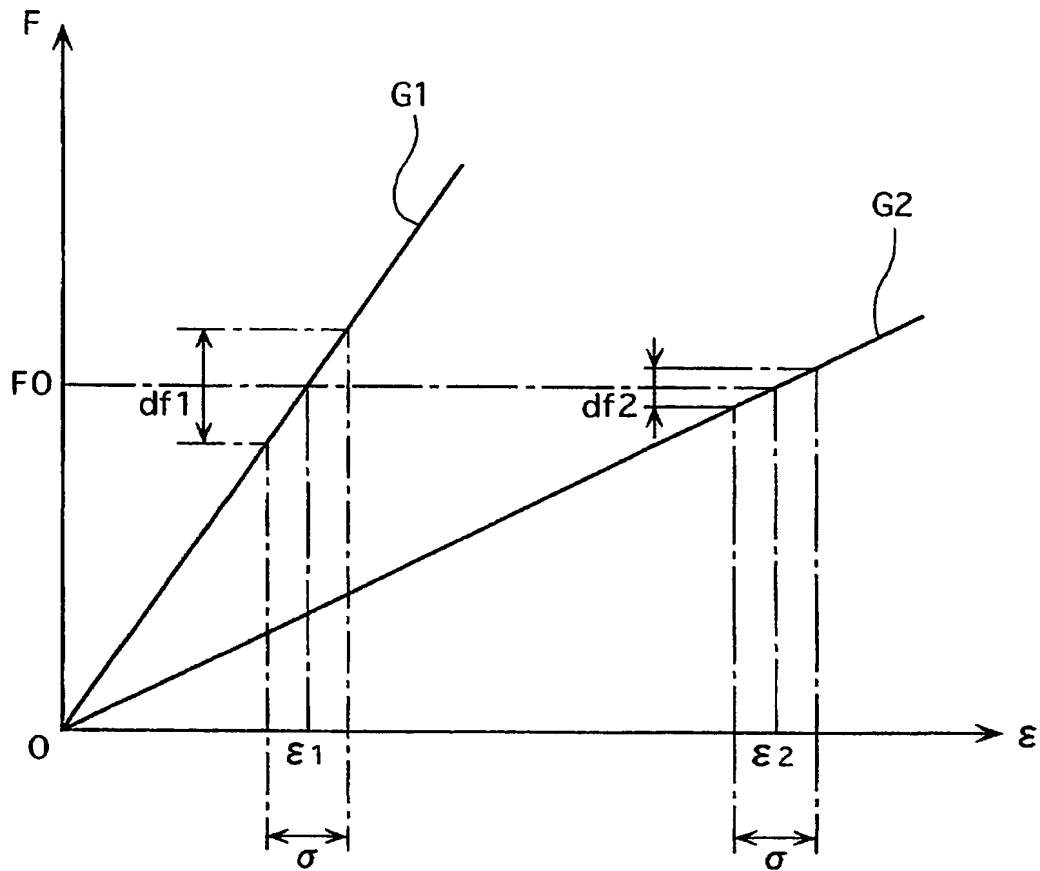
【符号の説明】

【0148】

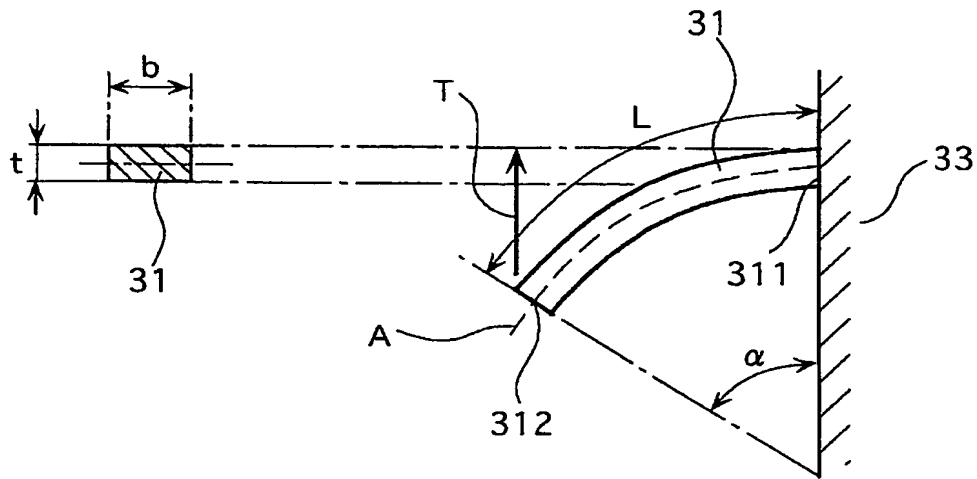
1, 101…駆動機構、2, 520…地板、3…輪列受、4…角穴車、5…角穴ネジ、6

…コハゼ、7…二番車、8…三番車、9…四番車、10…五番車、11…六番車、12…
ロータ、12a…ロータ磁石、12c…ロータ慣性円板、13…分針、14…秒針、15
…ステータ、15a…ステータ体、15b…ステータコイル、16…コイルブロック、1
6a…磁心、16b…コイル、20…発電機、30…香箱、31…チタン合金ぜんまい、
32…香箱歯車、33…香箱真、34…香箱蓋、71…基部歯車、311…内端、312
…外端、313…チタン合金板状体、314…エポキシ系接着剤、315…変曲点、40
0…テンプレひげ系、410…テン真、420…テン輪、430…振り座、440…ひげ玉
、450…ひげ持、460…緩急針、461…ひげ棒、462…ひげ受、470…ひげぜ
んまい、500…水晶振動子、501…真空カプセル、502…振動子本体、503…端
子、510…回路基板、530…ネジ、540…固定ばね

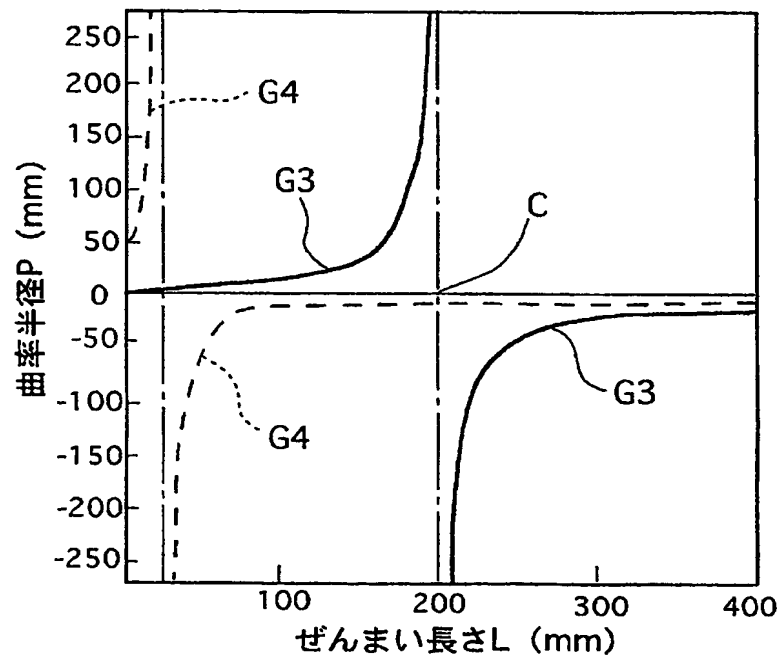
【書類名】 図面
【図 1】



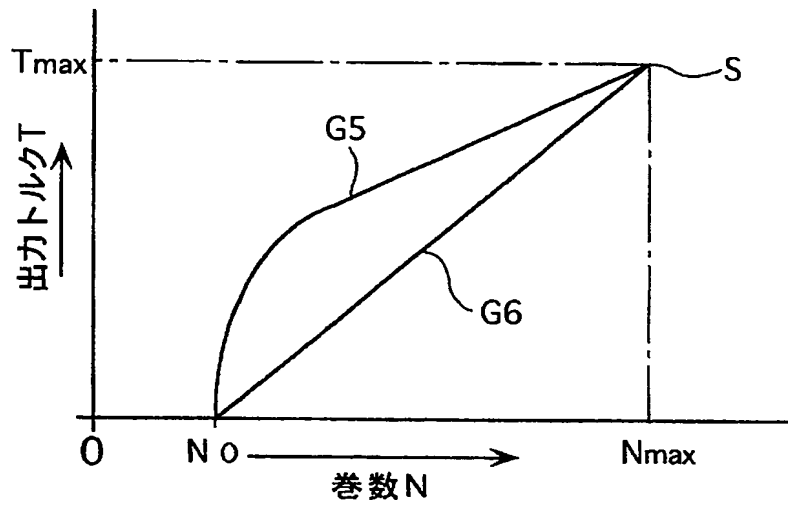
【図 2】



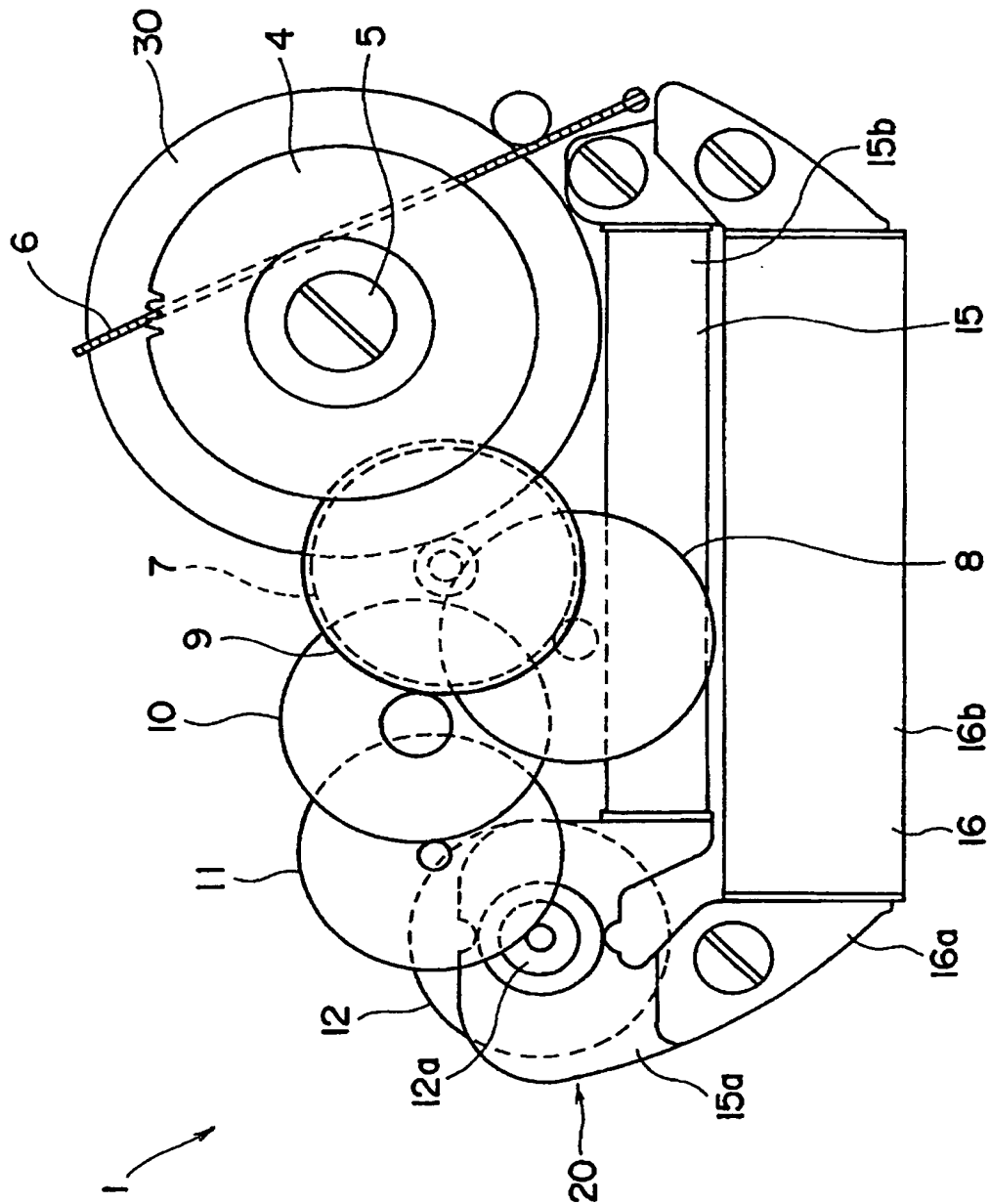
【図 3】



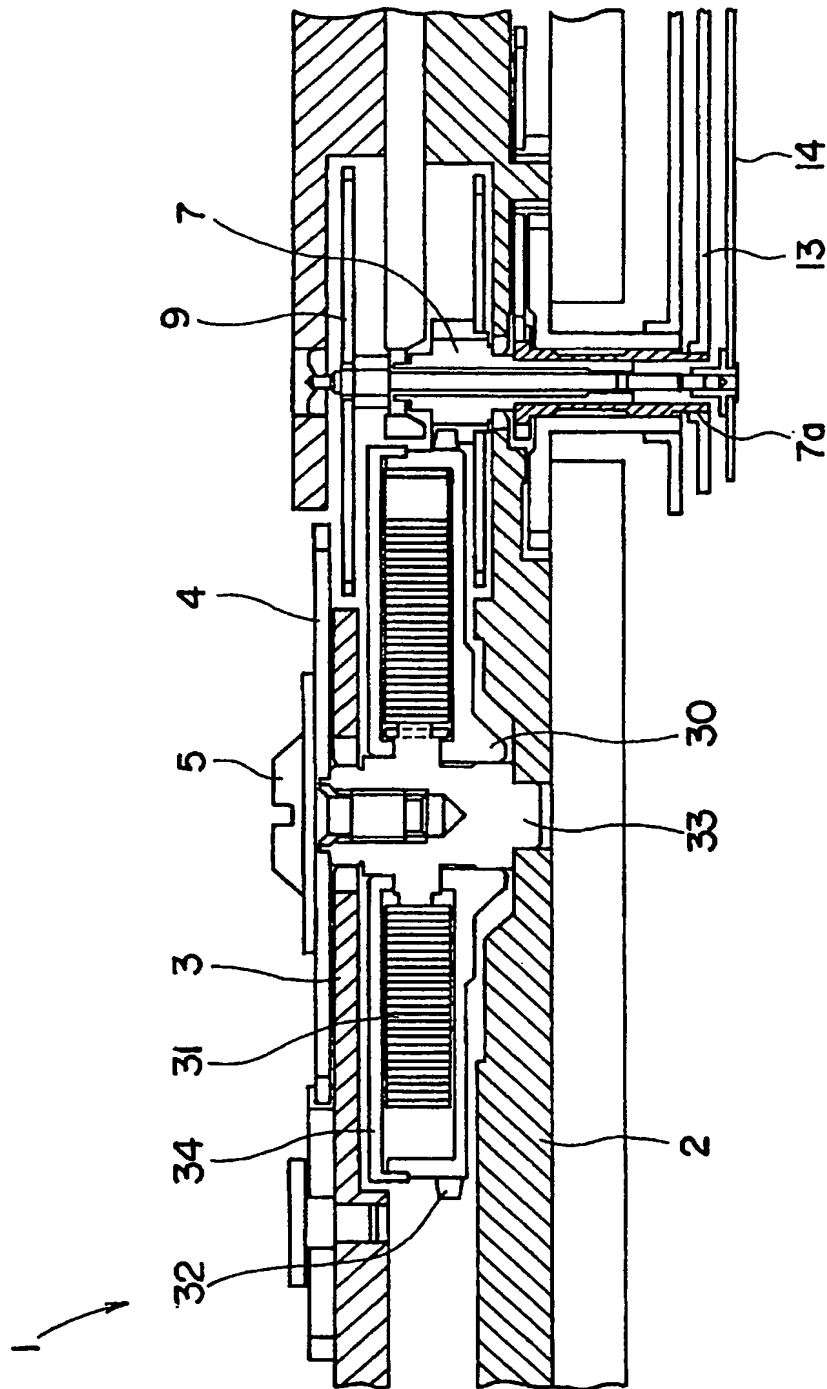
【図 4】



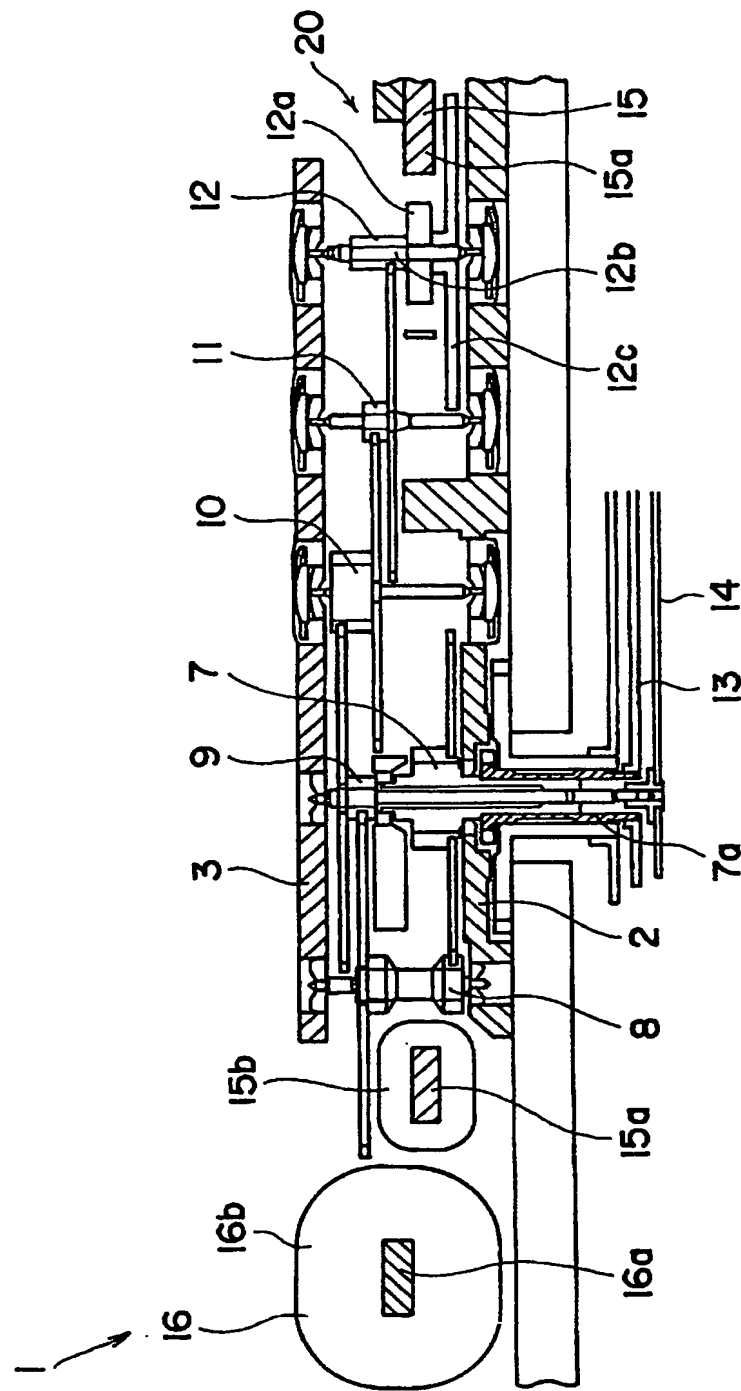
【図 5】



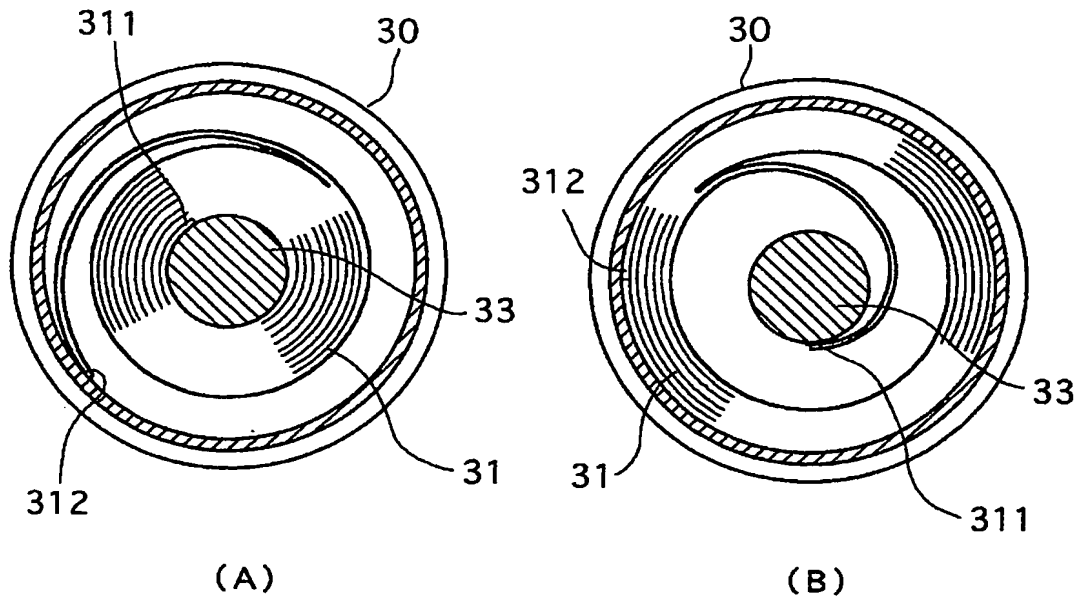
【図 6】



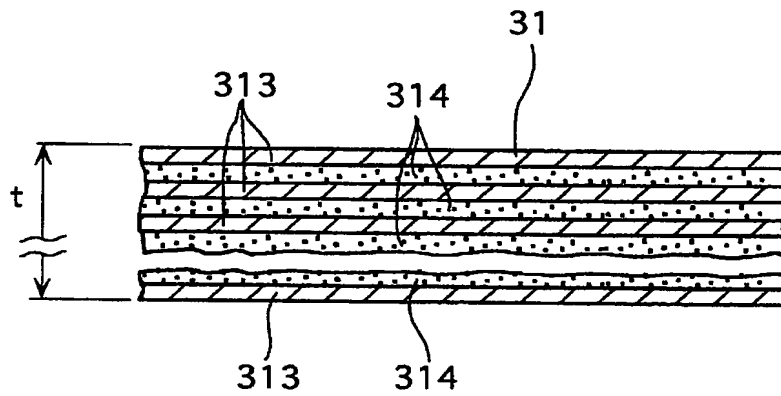
【図7】



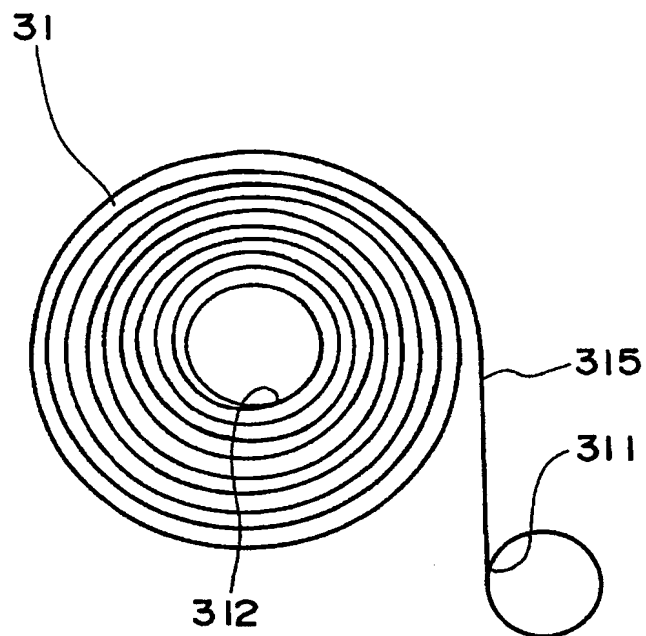
【図 8】



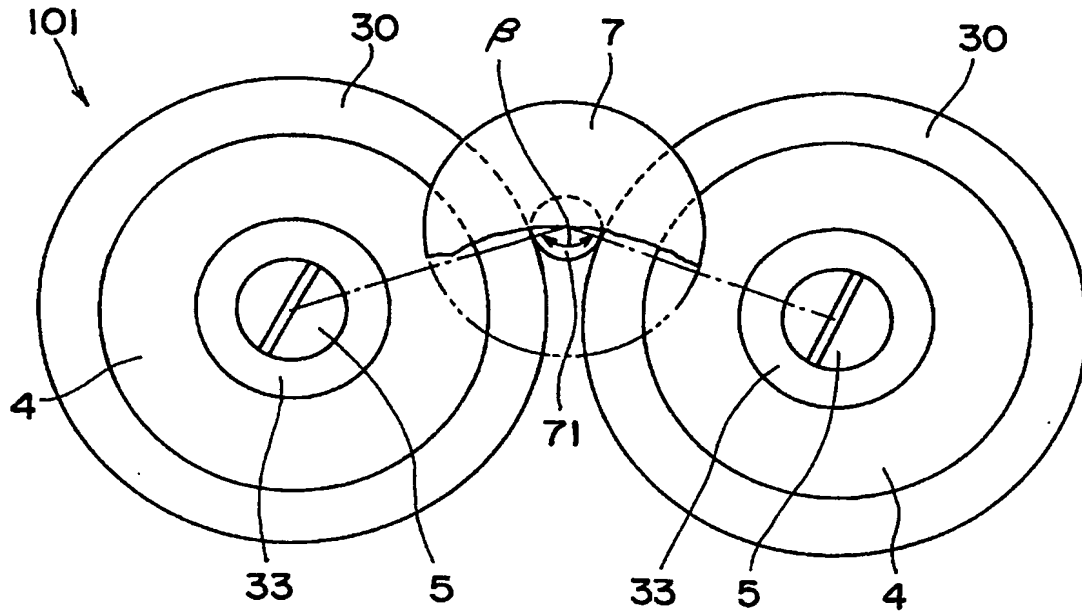
【図 9】



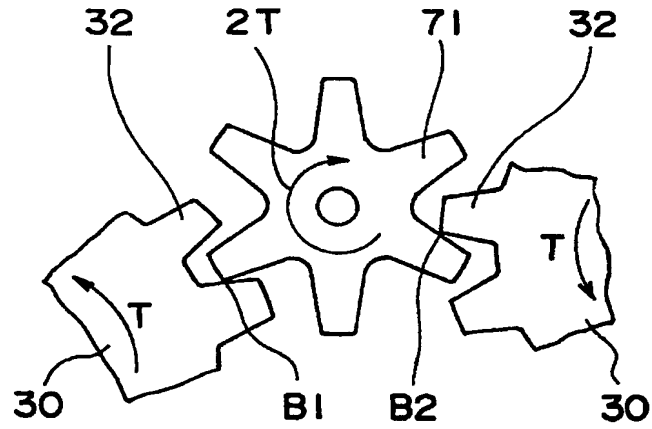
【図 10】



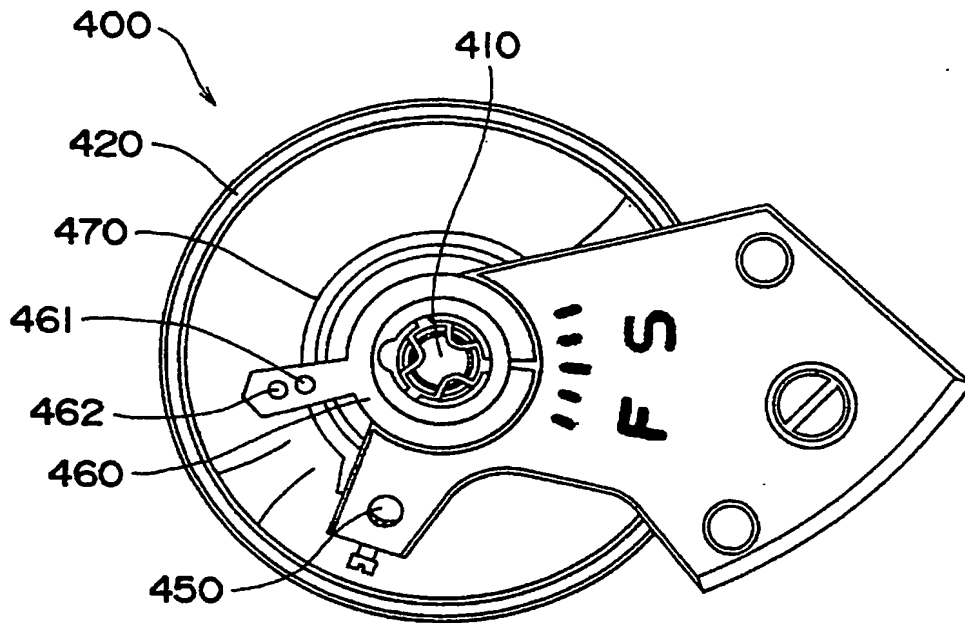
【図 11】



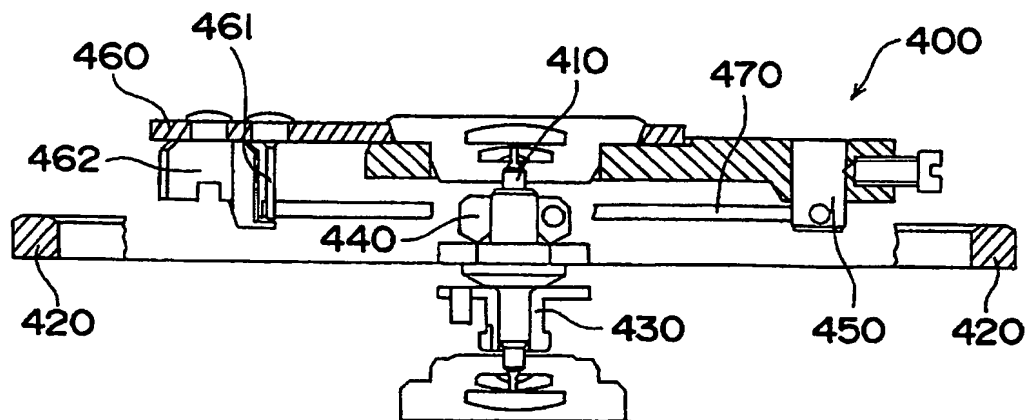
【図 12】



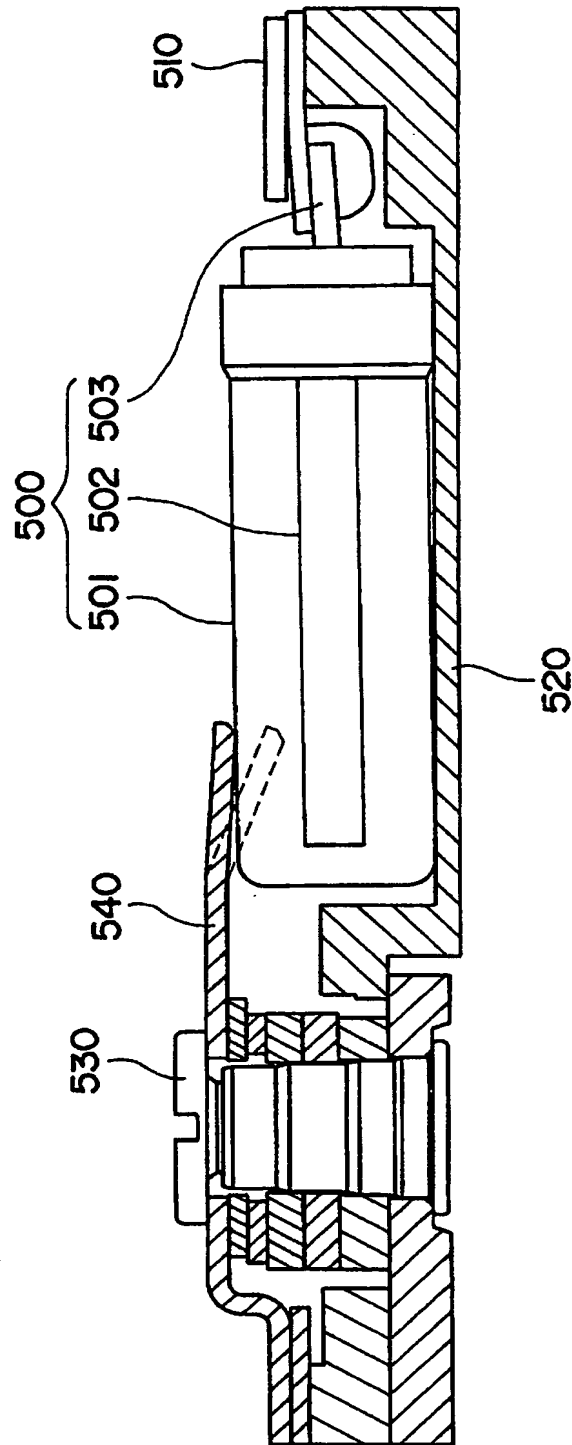
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 時計をはじめとする精密機械の高精度化、安定動作化を図ることができる時計用ばねを提供することであり、また、動力源として利用した場合、長時間動作化を図ることのできる時計用ばね、ぜんまい、ひげぜんまい、及び時計を提供すること。

【解決手段】 駆動機構の動力源として用いられるぜんまいは、特定のチタン合金により形成され、その自由展開形状はS字状をなし、この自由展開状の湾曲方向が変化する変曲点は、巻き取り側の端部となる内端と、この内端に対して他の端部となる慨嘆との中間点よりも内端側に形成されている。本発明を構成するチタン合金は、引張応力が高く、かつ、平均ヤング率が低いので、ぜんまい31に蓄えられる機械エネルギーを大きくすることができる。

【選択図】 図10

特願 2003-378449

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000002369]

1. 変更年月日

1990年 8月20日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名

セイコーエプソン株式会社